

Economische schade als gevolg van graverij en vraat door muskusratten

Aris Gaaff
Ronald de Graaff
Rolf Michels
Stijn Reinhard
Hans Vrolijk

Projectcode 20873

December 2007

Rapport 4.07.05

LEI, Den Haag

Het LEI beweegt zich op een breed terrein van onderzoek dat in diverse domeinen kan worden opgedeeld. Dit rapport valt binnen het domein:

- Wettelijke en dienstverlenende taken
- Bedrijfsontwikkeling en concurrentiepositie
- Natuurlijke hulpbronnen en milieu
- Ruimte en Economie
- Ketens
- Beleid
- Gamma, instituties, mens en beleving
- Modellen en Data

Economische schade als gevolg van graverij en vraat door muskusratten
Gaaff, A., R. de Graaff, R. Michels, S. Reinhard en H. Vrolijk
Den Haag, LEI, 2007
Rapport 4.07.05; ISBN/EAN 978-90-8615-188-2; Prijs €13 (inclusief 6% btw)
55 p., fig., tab., bijl.

In dit onderzoek is de economische schade als gevolg van graverij en vraat door muskusratten in beeld gebracht. In tien karakteristieke gebieden zijn aan de hand van een protocol veldwaarnemingen gedaan om de effecten van graverij en vraat te bepalen. Op basis van deze gegevens is vervolgens een raming gemaakt van de economische schade voor heel Nederland. Er blijkt vooral sprake te zijn van graafschade aan oevers (1 tot 4 miljoen euro per jaar), extra baggerwerkzaamheden, schade aan infrastructuur en gevolgschade voor de landbouw. Vraatschade aan landbouw en natuur is slechts in beperkte mate waargenomen.

This study looks at the economic losses resulting from burrowing and feeding by muskrats. On the basis of a protocol, field observations took place in ten characteristic areas in order to determine the effects of this burrowing and feeding. On the basis of this data, an estimate was then made of the economic losses for the whole of the Netherlands. The main losses related to damage to river banks caused by burrowing (1 to 4 million euros per annum), extra dredging work, damage to infrastructure and resulting losses for agriculture. Only limited feeding damage for agriculture and nature was observed.

Bestellingen:
Telefoon: 070-3358330
Telefax: 070-3615624
E-mail: publicatie.lei@wur.nl

Informatie:
Telefoon: 070-3358330
Telefax: 070-3615624
E-mail: informatie.lei@wur.nl

© LEI, 2007

Vermenigvuldiging of overname van gegevens:

- toegestaan mits met duidelijke bronvermelding
- niet toegestaan



Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO-NL) van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel Midden-Gelderland te Arnhem.

Inhoud

	Blz.
Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Summary	13
1. Opzet onderzoek en methodiek	17
1.1 Inleiding	17
1.2 Methode van aanpak	17
1.3 Graverij en vraat	18
1.4 Relevante factoren	19
1.5 Verdeling muskusratten over Nederland	19
1.6 Ander onderzoek naar economische schade	20
2. Waarnemingenprotocol en de waarnemingen	23
2.1 Selectie van proefgebieden	23
2.2 Waarnemingenprotocol	24
2.3 Waargenomen effecten	25
2.4 Analyse van de waargenomen effecten	26
2.5 Relatie met relevante factoren	29
2.6 Oeveraantasting gerelateerd aan vangstintensiteit, aantal km watergang en grondsoorten	30
2.7 Oeveraantasting gerelateerd aan vangstintensiteit en aantal km watergang	32
3. Opschaling naar Nederland	34
3.1 Inleiding	34
3.2 Bepalen van de oeverschade	34
3.3 Bepalen van de stagnatie waterafvoer en aantasting infrastructuur	36
3.4 Invloed van overige factoren	37
3.5 Bepaling van de economische schade	37
3.6 Bepaling van de jaarlijkse schade	39
4. Conclusies en aanbevelingen	41
Literatuur	45

Blz.

Bijlagen

1.	Waarnemingsformulieren	47
2.	Begeleidingscommissie	54
3.	Overzichtstabel uurhokken, effecten en kenmerken	55

Woord vooraf

Muskusratten en beverratten worden in Nederland bestreden voor de veiligheid van onze waterkeringen en ter voorkoming van economische en ecologische schade. In de huidige situatie met bestrijding zijn tot nu toe onveilige situaties en belangrijke schades uitgebleven. Door stijgende vangsten in de beginjaren van deze eeuw zijn maatschappelijke en bestuurlijke vragen ontstaan over nut en noodzaak van de muskusrattenbestrijding. Te denken valt aan de vraag of de veiligheid werkelijk in het geding is, bestrijden effectief is, bijvangsten verder voorkomen kunnen worden en dergelijke. Een onderzoek uitgevoerd door Alterra maakte duidelijk dat veel vragen nog onbeantwoord zijn en verder onderzoek noodzakelijk is. Daarom is in 2006 een onderzoeksprogramma, van in totaal 7 onderzoeken, gestart naar de verschillende aspecten van bestrijding van muskusratten en beverratten in Nederland. Eind 2007 zal het totale onderzoeksprogramma zijn afgerond.

Bij de verschillende onderzoeken uit dit programma komen twee aspecten nadrukkelijk aan de orde. Er wordt onderzocht of bestrijding om redenen van veiligheid en economische schade überhaupt moet worden voortgezet en zo ja, hoe bestrijding in de toekomst dan zou moeten worden uitgevoerd. In dat verband wordt onder andere gekeken naar strategie, organisatie, middelen en methoden.

Dit voorliggende rapport is het resultaat van het onderzoek naar schade die wordt veroorzaakt door muskusratten. Dit is een van de 7 onderzoeken uit dit programma. Het maakt inzichtelijk wat de omvang is en de economische betekenis van schade die wordt veroorzaakt door graverij en vraat van muskusratten. Dit rapport levert een belangrijke bijdrage aan de discussie over nut en noodzaak van de bestrijding in Nederland. Deze rapportage kan echter niet los worden gezien van de resultaten van de overige 6 onderzoeken uit het onderzoeksprogramma. De onderzoeken uit het onderzoeksprogramma vormen dan ook één samenhangend geheel. Een goede bestuurlijke afweging over het nut en de noodzaak van muskusrattenbestrijding kan het beste gemaakt worden wanneer alle onderzoeksresultaten beschikbaar zijn en in samenhang kunnen worden beoordeeld. De 7 onderzoeken zijn:

- graverij en waterkeringen (veiligheid);
- populatieontwikkeling en veiligheid van waterkeringen;
- (economische) schade;
- alternatieve bestrijdingsmethodieken;
- preventieve maatregelen;
- vangmiddelgebruik;
- organisatie van de bestrijding.



Dr. J.C. Blom
Algemeen Directeur LEI

Begeleidingscommissie onderzoek 'Economische schade'

Samenvatting

Muskusratten vormen op verschillende wijzen een bron van economische en maatschappelijke schade. Enerzijds worden door graverij dijken en kaden ondermijnd, waardoor veiligheidsrisico's ontstaan met grote potentiële schade bij overstromingen. Anderzijds wordt, ook zonder dat deze calamiteiten optreden, economische schade toegebracht. De eerste schade (veiligheidsrisico's) worden in een ander onderzoek bepaald. Dit rapport behandelt economische schade van graverij en vraat zoals extra werkzaamheden die nodig zijn voor het herstel van oevers, doordat wateren vaker gebaggerd moeten worden om de doorstroming te kunnen waarborgen en gewasschade bij de landbouw.

Het onderzoek brengt de economische schade in beeld voor een tiental karakteristieke gebieden en trekt op grond daarvan conclusies over de totale economische schade van graverij en vraat in Nederland. Hierbij moet nadrukkelijk worden opgemerkt dat alle resultaten betrekking hebben op de huidige wijze en intensiteit van bestrijding van muskusratten. De economische effecten van een andere wijze van bestrijding (of géén bestrijding) zijn uit de gegevens in dit rapport niet af te leiden. De onderzoeksmethode is opgebouwd uit een vijftal stappen:

- 1 een nauwkeurige beschrijving van de situatie(s) waarvan de schade bepaald moet worden;
- 2 identificatie van de effecten die optreden door vraat en graverij;
- 3 meetbaar maken van de effecten door veldwaarneming, bijvoorbeeld in m³ te herstellen oevergrond;
- 4 (indien mogelijk) de effecten in geld uitdrukken;
- 5 berekening van economische schade, inclusief opschaling naar Nederland.

In de eerste stap is het begrip economische schade gedefinieerd als het effect van vraat of graverij dat tot gevolg heeft dat een bepaald object of element zijn oorspronkelijke functie niet meer kan vervullen. Om de fysieke effecten van vraat of graverij eenduidig te kunnen vaststellen, is een waarnemingenprotocol opgesteld, dat uitgebreid doorgenomen is met de veldwaarnemers van de geselecteerde onderzoeksgebieden en leden van de begeleidingscommissie. Hiertoe is een workshop gehouden en zijn onderzoekers een dag of dagdeel meegelopen met de waarnemers. Ten behoeve van de tweede stap wordt onder een waarneming verstaan: een zichtbaar, lokaal te onderscheiden fysiek effect van graverij of vraat door muskusratten. Op de workshop zijn voorbeelden hiervan besproken.

De basis voor de kwantitatieve gegevens voor dit onderzoek zijn ontleend aan veldwaarnemingen in tien gebieden. Dit is de derde stap in de onderzoeksmethode. De gebieden zijn verspreid over Nederland en onderscheiden zich naar grondsoort (zand, veen, klei) en vangstintensiteit van muskusratten (gemiddeld, bovengemiddeld en hoog). Van alle waargenomen fysieke effecten zijn onder meer de aard, omvang en het jaar van

ontstaan geregistreerd. De waarnemingen hebben grotendeels plaatsgevonden in mei 2007. In september is een tweede ronde gehouden, die tot enkele aanvullingen heeft geleid.

Voor het uitvoeren van de vierde stap zijn verschillende bronnen gebruikt. Naast enkele kengetallen over oogstderving, zijn onder meer kosten voor oeverherstel en extra baggerwerkzaamheden, aangeleverd door waterschappen, gebruikt.

Ten slotte is in de laatste stap de economische schade bepaald, eerst voor de onderzochte gebieden en vervolgens voor Nederland als geheel. Op grond van de waargenomen fysieke effecten in de gebieden kunnen voor de belangrijkste schadecategorieën, te weten oeverschade en baggerschade, schadebedragen bepaald worden. Voor de betrokken onderzoeksgebieden geven deze een goed beeld. Voor Nederland als geheel zijn zij opgeschaald. Voor het ramen van de oeverschade zijn verschillende modellen gebruikt waarin de relatie tussen schadeomvang en vangstintensiteit, grondsoort en aantal kilometers watergang is geschat.

In het onderzoek is naar voren gekomen dat bij de beide schadecategorieën infrastructuur en gevolgschade incidenten een grote rol spelen. Dit houdt in dat de trefkans op een dergelijk incident in een steekproef gering is, maar dat de effecten, zeker lokaal, naar verhouding als groot kunnen worden ervaren. De geconstateerde vraatschade lijkt beperkt te zijn. Dit is voor een deel toe te schrijven aan de waarnemingsperiode. Overigens, de landbouw ondervindt ook een deel van de oeverschade en gevolgschade.

Tabel 1 Overzicht van de economische schade

Schadetype	Jaarlijks bedrag in €1.000	Opmerkingen
Oeverschade	1.000 - 4.000	Raming met vier berekeningsmethoden op basis van veldwaarnemingen
Extra baggeren	40 - 340	Raming met directe opschaling op basis van veldwaarnemingen
Aantasting infrastructuur	40 - 110	Raming met directe opschaling op basis van veldwaarnemingen
Vraatschade landbouw	p.m.	Op basis van veldwaarnemingen mogelijk onderschat
Vraatschade natuur	p.m. (gering)	Incidenteel; onvoldoende veldwaarnemingen
Gevolgschade landbouw	400	Raming op basis volledige opbrengstderving

Het onderzoek kent enkele beperkingen van praktische aard. Zo kon bij de opschaling geen gebruik gemaakt worden van de omvang van de populaties als onafhankelijke variabele, simpelweg omdat deze noch voor de geselecteerde gebieden, noch op landelijk niveau bekend is. In plaats daarvan is gewerkt met de wél bekende vangstintensiteiten.

Verder bevat de steekproef van gebieden geen gebieden met zeer hoge vangstintensiteiten. Het effect hiervan op de schaderaming voor oeverschade in Nederland heeft naar verwachting vooral effect op de onzekerheidsmarges en niet zozeer op de orde van grootte.

Een nauwkeuriger bepaling van de economische schade vereist jaarlijkse waarnemingen aan de hand van een protocol om de omvang en de ontwikkeling in de tijd

van de schade vast te stellen en vast te leggen in een database. Daarbij zou ook gekeken kunnen worden naar een meer geschikte maat voor de populatieomvang dan vangstintensiteit. Verder verdient het aanbeveling een incidentenregistratie op landelijk niveau op te zetten van minder frequent voorkomende schadetypen met lokaal grote impact.

Summary

Economic losses as a result of burrowing and feeding by muskrats

Muskrats represent a source of economic and social losses in various ways. On the one hand, dykes and levees are undermined by such burrowing, causing safety risks with major potential damage in the event of flooding. On the other hand, economic losses are caused even without the occurrence of such disasters. The first form of losses (safety risks) is to be determined in another study. This report deals with economic losses caused by burrowing and feeding, such as extra work required to restore river banks, the need for waterways to be dredged more often in order to guarantee the flow of water, and damage to agricultural crops.

The study maps out the economic losses for ten characteristic areas, on the basis of which conclusions are drawn regarding the total economic losses in the Netherlands resulting from burrowing and feeding. In this regard, it should be expressly noted that all results relate to the current methods and intensity of combating muskrats. The economic effects of another form of action (or *no* action) cannot be derived from the data in this report. The research method consists of five steps:

1. an accurate description of the situation(s) for which the losses need to be determined;
2. identification of the effects resulting from burrowing and feeding;
3. measuring the effects through field observations, for example in m³ of river banks to be restored;
4. if possible, expressing the effects in monetary terms;
5. calculating the economic losses, including scaling up for the whole of the Netherlands.

In the first step, the concept of economic loss was defined as the effect of feeding or burrowing resulting in a certain object or element no longer being able to fulfil its original role. In order to determine the physical effects of feeding or burrowing in simple terms, an observation protocol was established and gone through in detail with those carrying out the field observations within the selected research areas and members of the steering committee. To this end, a workshop was held and researchers spent a day or part of a day shadowing the observers. With regard to the second step, an observation is understood as: a visible, locally-distinguishable physical effect of burrowing or feeding by muskrats. Examples of this were discussed during the workshop.

The basis for the quantitative data for this research is the field observations from ten areas. This is the third step in the research method. The areas are spread all over the Netherlands and can be distinguished according to soil type (sand, peat or clay) and the numbers of muskrats caught (average, above average and high). Amongst other things, the nature, extent and year of occurrence have been recorded for all observed physical effects. The observations took place largely in May 2007. A second round took place in September, resulting in a certain amount of supplementary data.

Various sources were used to implement the fourth step. Alongside a number of key figures on harvesting losses, use was also made of costs of restoring river banks and extra dredging activities for example. This data was provided by water boards.

In the final step, the economic loss was determined, first for the areas studied and then for the Netherlands as whole. On the basis of the observed physical effects in the areas, the amount of the losses could be determined for the most important loss categories, namely river-bank losses and dredging losses. These gave a good impression of the research areas concerned. These were then scaled up to give an impression for the Netherlands as a whole. For the purposes of estimating river-bank losses, various models were used in which the relationship was estimated between the scale of the losses and the numbers of muskrats caught, the soil type and the speed of the water flow (in kilometres per hour).

The research showed that infrastructure and subsequent damage incidents play a major role in both loss categories. This means that the likelihood of such an incident occurring within a sample is minimal, but that the effects - particularly localised effects - are relatively large in scale. The observed feeding damage appears to be limited. This is partially attributable to the observation period. Incidentally, agriculture also suffers losses related to river-bank damage and subsequent damage and losses.

Table 1 Overview of the economic losses

Type of loss	Annual amount x €1,000	Comments
River-bank losses	1,000 - 4,000	Estimate using four calculation methods based on field observations
Extra dredging	40 - 340	Estimate using direct scaling-up based on field observations
Damage to infrastructure	40 - 110	Estimate using direct scaling-up based on field observations
Feeding damage within agriculture	to be determined	On the basis of field observations, possibly underestimated
Feeding damage to nature	to be determined (minimal)	Incidental; insufficient field observations
Subsequent damage within agriculture	400	Estimate on the basis of full loss of yield

The study has a number of practical limitations. For example, when scaling up, no use could be made of the size of the populations as an independent variable, simply because this data is not known either for the selected areas or at national level. Instead, use was made of the numbers caught, since this data was known.

In addition, the sample did not include any areas with very high numbers of animals caught. The effect of this on the loss estimates for river-bank damage in the Netherlands is expected to mainly have effects on the margins of uncertainty rather than the order of magnitude.

A more accurate determination of the economic loss requires annual observations using a protocol to determine the extent and development over time of the loss and recording this in a database. In this regard, one could also look at a more suitable measure

for the size of the population than the numbers caught. A further recommendation is to set up a nationwide system incident registration for less frequently occurring types of losses with large-scale impacts locally.

1. Opzet onderzoek en methodiek

1.1 Inleiding

Muskusratten vormen op verschillende wijzen een bron van economische en maatschappelijke schade. Door graverij worden dijken en kaden ondermijnd, waardoor veiligheidsrisico's ontstaan met grote potentiële schade bij overstromingen. Daarnaast wordt, ook zonder dat deze calamiteiten optreden, economische schade toegebracht. Bijvoorbeeld doordat extra werkzaamheden nodig zijn voor het herstel van oevers, doordat waterlopen vaker gebaggerd moeten worden om de doorstroming te kunnen waarborgen en doordat landbouwschade optreedt. Overigens veroorzaken naast muskusratten ook beverratten schade. In dit onderzoek is alleen gekeken naar schade door muskusratten.

De onderzoeksvraag van dit rapport is erop gericht de economische schade in beeld te brengen voor een tiental karakteristieke gebieden in Nederland en op grond daarvan conclusies te trekken over de totale schade in Nederland. Economische schade wordt in dit rapport gedefinieerd als het effect van vraat of graverij dat ervoor zorgt dat een bepaald object of element zijn oorspronkelijke functie niet meer kan vervullen. Door verzakkingen in oevers zijn waterschapspaden bijvoorbeeld vaak niet meer begaanbaar. Schade die zou kunnen ontstaan als gevolg van (verhoogd risico op) dijkdoorbraak valt uitdrukkelijk buiten dit onderzoek. Niet alleen de directe economische schade is in dit onderzoek van belang; de schade die indirect volgt uit de door muskusratten veroorzaakte aantasting telt eveneens mee (gevolgsschade). Hier moet bijvoorbeeld de schade aan landbouw materiaal en vee, de waardedaling van gewassen of de langere bewerkingstijd van akkers onder worden verstaan.

1.2 Methode van aanpak

In dit rapport staat het inventariseren en berekenen van economische schade door muskusratten centraal. Wij hanteren hierbij een systematiek die in vijf stappen deze schade bepaalt. De methode is ontleend aan kosten-batenanalyse, maar heeft een bredere toepassing, die hieronder wordt toegelicht. De stappen zijn:

1. een nauwkeurige beschrijving van de situatie(s) waarvan de schade bepaald moet worden;
2. identificatie van de effecten die optreden door vraat en graverij;
3. meetbaar maken van de effecten;
4. (indien mogelijk) de effecten in geld uitdrukken;
5. berekening van economische schade, inclusief opschaling naar Nederland.

In de eerste stap wordt de breedte van het schadebegrip vastgelegd. Daarna worden de effecten benoemd, zowel direct als indirect. Deze effecten worden vervolgens uitgedrukt in eenheden (bijvoorbeeld in kubieke of vierkante meters). In de vierde stap

wordt, indien mogelijk, een bedrag in euro's aan de gemeten effecten geplakt. Als laatste wordt een aantal berekeningen uitgevoerd, eerst per gebied en vervolgens op nationale schaal, om uiteindelijk de totale economische schade te bepalen.

1.3 Graverij en vraat

De economische schade die door muskusratten wordt aangericht, hangt in de meeste gevallen samen met graverij of vraat. In Lammertsma en Niewold (2005) wordt er onderscheid gemaakt in graverij in waterkeringen/infrastructuur, graverij in oevers en grondverplaatsing in wateren enerzijds; anderzijds onderscheiden ze vraatschade aan landbouwgewassen, schade voor visserij en een effect op natuurlijke processen. Daarnaast blijkt de muskusrat ook drainagebuizen, duikers en kunstwerken te verstopen. Hieronder worden deze effecten kort beschreven in het gedragsschema van de muskusrat (zie figuur 1.1).

<p><i>Graverij</i></p> <p><i>Grondverplaatsing in wateren</i> Door graverij in oevers wordt grond gedeponerd op de waterbodem. Het gevolg kan stagnatie van de waterafvoer zijn, zodat er vaker gebaggerd moet worden. Bovendien kan door versnelde afbrokkeling van oevers ook verlies aan landbouwgrond ontstaan.</p> <p><i>Graverij waterkeringen/infrastructuur</i> Graverij aan waterkeringen of infrastructuur kan de levensduur van deze werken aanzienlijk verkorten. Er moeten dan ook vaker herstelwerkzaamheden worden uitgevoerd.</p> <p><i>Graverij in oevers</i> Doordat muskusratten pijpen graven in oevers (2 - 4 meter landinwaarts) kunnen (versneld) verzakkingen optreden.</p> <p><i>Vraat</i></p> <p><i>Effect op natuurlijke processen</i> De effecten van muskusratten op hun leefomgeving zijn tamelijk onduidelijk. Bij hoge dichtheden zou kaalvraat kunnen optreden (bijvoorbeeld van rietkragen) of doet de muskusrat zich tegoed aan zoetwatermosselen. Anderzijds kan de vraat en bouw van hutten in moerasgebieden juist een grotere diversiteit en dynamiek tot gevolg hebben.</p> <p><i>Vraatschade landbouwgewassen</i> Muskusratten doen zich soms te goed aan landbouwgewassen, meestal binnen hun bereik (langs oevers). Ze vreten onder andere gras, maïs, granen en suikerbieten.</p> <p><i>Schade voor visserij</i> Muskusratten komen wel eens vast te zitten in visluiken. Om te kunnen ontsnappen, knagen ze de netten kapot. Viskwekerijen verliezen wel eens vis doordat de muskusrat in de vijverrand graaft.</p> <p><i>Overig gedrag</i></p> <p><i>Verstopping van drainage/duikers</i> Naast de aan graverij en vraat gerelateerde effecten, kan de muskusrat verantwoordelijk gehouden worden voor het feit dat drainagebuizen en duikers verstopt raken. Hij stopt deze namelijk dicht met humus.</p>
--

Figuur 1.1 Schematisch overzicht van graverij, vraat en overig gedrag

Bron: Lammertsma en Niewold (2005).

1.4 Relevante factoren

De mate van schade die muskusratten aanrichten wordt beïnvloed door een aantal factoren:

1. schade hangt over het algemeen samen met de omvang van de muskusrattenpopulatie. Naarmate de dichtheid hoger is, is de kans ook groter dat er sprake is van graverij, het plaatselijk verdwijnen van plant- en diersoorten, grondverplaatsing en dergelijke;
2. muskusratten zijn voornamelijk te vinden in de buurt van water. Waterrijke gebieden hebben dus een grotere aantrekkingskracht;
3. grondsoort speelt ook een grote rol: bouwen gemaakt in zand- en veengrond storten over het algemeen sneller in dan bouwen in klei. Dat betekent tegelijkertijd dat bij klei het verrassingseffect groter is, doordat effecten pas na enige tijd onverwacht aan het daglicht komen;
4. instortingen en afkalvingen zijn ingrijpender als deze optreden bij boezemkaden dan bij de oevers van kavelsloten. Daar staat tegenover dat ondermijning van die oevers wel weer kan leiden tot gevolgschade, zoals ongevallen met landbouwwerktuigen;
5. de waterhuishouding is ook erg belangrijk: sterke waterstandwisselingen, stroming en golfslag door de scheepvaart of door de wind kunnen er in sterke mate aan bijdragen dat de door muskusratten ondermijnde oevers en kaden uitspoelen. Hierdoor kunnen afschuivingen optreden;
6. een verhoging van het waterpeil draagt eraan bij dat de dieren hun bouwen op een hogere plek in de oever graven;
7. de duur van de aanwezigheid op een bepaalde plek is van invloed: muskusratten hebben de neiging hun bouwen groter te maken, naarmate ze langer ergens zijn.

1.5 Verdeling muskusratten over Nederland

Hoewel er in alle provincies wel muskusratten voorkomen, is de populatie niet gelijkmatig verdeeld over Nederland. Er zijn zowel gebieden waar niet of nauwelijks ratten worden gesignaleerd als gebieden waar deze dieren alomtegenwoordig zijn. Om hoeveel muskusratten het precies gaat, is niet bekend: het totaal aantal muskusratten wordt niet geteld. Er zijn echter wel indicatoren die het mogelijk maken in te schatten in welke mate er in een bepaald gebied muskusratten aanwezig zijn. De meest gebruikelijke indicator is de vangstintensiteit, oftewel het aantal vangsten per uur veldwerk. Deze wordt door het hele land bijgehouden op het niveau van een zogeheten uurhok: een vierkant gebied van 5 bij 5 km. Elk uurhok heeft een unieke codering bestaande uit vier cijfers, bijvoorbeeld 54-17 of 38-35. Aan de hand van die codering is te herleiden waar in Nederland het uurhok zich bevindt. Op figuur 1.2 is de kaart van Nederland te zien met daaroverheen het raster met uurhokken. De kleur van elk uurhok geeft aan tussen welke waarden de gemiddelde vangstintensiteit tussen 2003 en 2006 in zit. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen gebieden met minder dan 0,10 vangsten per uur ('laag'), met 0,10 tot 0,50 vangsten per uur ('gemiddeld'), gebieden met 0,50 tot 1,00 vangsten per uur ('bovengemiddeld') en gebieden met meer dan 1,00 vangsten per uur ('hoog'). In dit onderzoek wordt verondersteld dat de vangstintensiteit per uurhok een bruikbare maatstaf is voor het populatieniveau. Er wordt

dus van uitgegaan dat in een gebied met minder dan 0,10 vangsten per uur aanzienlijk minder muskusratten voorkomen dan in een gebied met meer dan 1,00 v/u. Het is duidelijk dat de hoogte van de vangstintensiteit niet alleen bepaald wordt door het niveau van de populatie muskusratten, maar ook door de vangstspanning (op welke wijze dan ook gemeten). Het werken met het populatieniveau als variabele zou echter alleen mogelijk zijn als zowel in de proefgebieden als voor Nederland als geheel gegevens hierover beschikbaar zijn.

1.6 Ander onderzoek naar economische schade

Er is een aanzienlijke hoeveelheid literatuur beschikbaar over muskusratten: het gedrag, de bouwen, de leefomgeving, de populatieontwikkeling, de vangmethoden en dergelijke. In mindere mate is er ook onderzoek gedaan naar de schade als gevolg van graverij en/of vraat door muskusratten. Een aantal daarvan wordt hieronder kort besproken.

Wijnen (1984) heeft in een specifiek gebied in Noord-Brabant (hoge dichtheden, klei op zand en klei op veen) agrariërs geënquêteerd om de door muskusratten veroorzaakte graaf- en vraatschade aan de landbouw in dat gebied te inventariseren. De schade werd door hem zeer gedetailleerd onderzocht in de jaren 1979, 1981 en 1983. Op basis van de verzamelde informatie kwam Wijnen voor 1979 tot een schade van (omgerekend naar euro's, bij een prijspeil van 1979) gemiddeld bijna €2.500 per km sloot voor het gehele gebied. Opvallend genoeg is de schade in 1981 en 1983 aanzienlijk lager: respectievelijk zo'n €800 en ruim €100 per km sloot. Wijnen (1984) heeft ook een inschatting gemaakt van de schade voor de landbouw voor heel Nederland door de schade per kilometer sloot uit 1979 te vermenigvuldigen met het totale aantal kilometer sloot in Nederland. In zijn berekening wordt geen rekening gehouden met verschillen in relevante factoren als populatiedichtheid en grondsoort. De schade voor 1979 wordt bij zijn aannames geraamd op zo'n €725 miljoen. Een alternatieve berekening van Wijnen op basis van de schade per muskusrat en het aantal gevangen muskusratten levert voor hetzelfde jaar een veel lager bedrag op van ruim €21 miljoen.

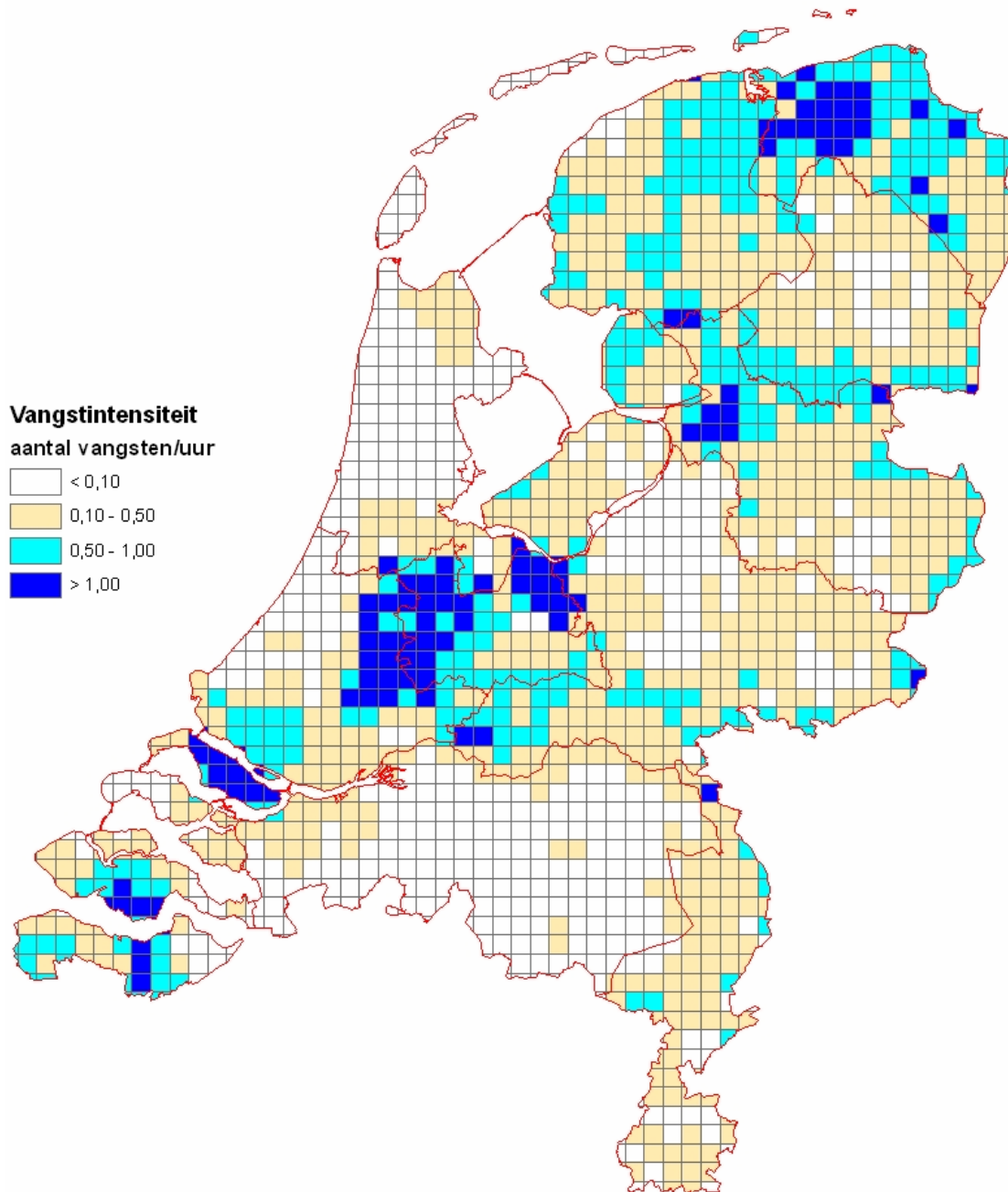
Begin jaren tachtig deed Anonymus (1984) onderzoek naar de graverij door muskusratten in waterkeringen middels een enquête onder alle waterschappen met een waterkerende taak. Onder schade wordt in het rapport het bedrag verstaan dat uitgegeven wordt aan reparaties die hun oorsprong vinden in graverij door muskusratten. Het bedrag heeft betrekking op één jaar, namelijk 1983. Aan de hand van de respons op de enquête werd de schade aan waterkeringen op bijna €200.000 geschat. De schade aan waterlopen werd geraamd op zo'n €900.000.

In Friesland maakte Wetterskip Fryslân (2002) een schatting van de schade door muskusratten voor de hele provincie. Om deze te bepalen, werd grotendeels gebruikt gemaakt van aannames op basis van literatuuronderzoek. In het rapport wordt een vergelijking gemaakt tussen een situatie waarin de populatie minimaal (onder controle door bestrijding) en maximaal is (zonder bestrijding). Het waterschap heeft een raming gemaakt van de schade aan landbouwgewassen, infrastructurele werken, privé-beschoeiing/erfverharding en de kapitaalkosten van kaden; de herstelkosten van kaden en

de baggerkosten werden niet bepaald. Wetterskip Fryslân schat de schade voor Friesland bij een minimale populatie op zo'n €80.000 en bij een maximale populatie €3,1 miljoen.

Bij elk van de genoemde rapporten is een aantal kanttekeningen te plaatsen. Het rapport van Wijnen (1984) kent bijvoorbeeld een grote bandbreedte van onzekerheid, aangezien hij met twee verschillende rekenmethoden compleet andere uitkomsten krijgt. Bovendien is de raming gebaseerd op een gebied met een extreem hoge dichtheid, zijn relevante factoren als populatiedichtheid en grondsoort in de raming niet meegenomen en wordt alleen de schade voor de landbouw in beeld gebracht. Daarnaast is het rapport ruim twintig jaar oud en is het de vraag of het nog op de huidige stand van zaken van toepassing is. Dat laatste geldt ook voor het rapport van Anonymus (1984). Bovendien wordt daarin de schade voor andere grondgebruikers dan waterbeheerders niet meegenomen. Voor het recentere rapport van Wetterskip Fryslân (2002) geldt dat de onderzoeksvraag goed aansluit bij dit onderzoek, maar dat er voor het beantwoorden ervan geen gebruik gemaakt is van veldwaarnemingen.

Er kan geconcludeerd worden dat de genoemde studies sterk uiteenlopen qua insteek, berekeningsmethode, aannames en werkwijze. Om tot een goede inschatting van de economische schade door muskusratten te komen, is een uniforme aanpak juist van groot belang. Een gestandaardiseerd waarnemingenprotocol kan hieraan bijdragen. In het volgende hoofdstuk wordt hiertoe een aanzet gegeven.



Figuur 1.2 Gemiddelde vangstintensiteit 2003 t/m 2006 per uurhok in Nederland
Bron: LCCM, kaartbewerking LEI.

2. Waarnemingenprotocol en de waarnemingen

2.1 Selectie van proefgebieden

Omdat het budget en de capaciteit voor het onderzoek het niet toelaten om voor heel Nederland gegevens te verzamelen over de economische schade van muskusratten, is voor het onderzoek een steekproef gemaakt van tien proefgebieden waarin waarnemingen zijn gedaan.¹ Door de begeleidingscommissie van dit onderzoek is een groslijst samengesteld van elf geschikt geachte gebieden. Om op deze lijst te komen, moesten de gebieden voldoen aan een aantal criteria:

- in de eerste plaats moeten er waarnemingen uitgevoerd kunnen worden. Dat betekent dat er in het gebied zowel een muskusrattenbestrijder (met kennis over muskusratten en locaties) als een medewerker van het waterschap (met kennis over grond, maaien, baggeren en dergelijke) beschikbaar zijn voor de veldopnames; daarnaast moet de bestrijder beschikken over informatie over de vangstlocaties en het schadebeeld gedurende de afgelopen jaren; verder moeten beiden het proefgebied in ieder geval al kennen vanaf 2004;
- in de tweede plaats moeten op de lijst gebieden voorkomen met verschillende vangstintensiteiten. Daarbij worden de in paragraaf 1.5 geschetste categorieën gehanteerd;
- in de derde plaats is een onderscheid gemaakt naar grondsoort, omdat dit een sterk bepalende invloedsfactor is op het effect. Hoewel er verdere detaillering mogelijk zou zijn, worden hier drie grondsoorten onderscheiden: klei, veen en zand.

Voor het onderzoek zou idealiter elke combinatie van grondsoort en vangstintensiteit in de steekproef vertegenwoordigd moeten zijn, in totaal $3 \times 3 = 9$ gebieden. Het was echter op basis van de groslijst niet mogelijk om een representatief veengebied te selecteren dat een 'gemiddelde' vangstintensiteit had; het voorgestelde veengebied Waterland heeft namelijk minder dan 0,10 vangsten per uur. In plaats daarvan zitten er in de categorie 'gemiddeld' twee kleigebieden en één zandgebied. Hier is in de analyse rekening mee gehouden. Op basis van bovenstaande criteria en de kanttekeningen die daarbij horen, zijn de gebieden in tabel 2.1 gekozen.

¹ In eerste instantie waren er negen gebieden; onderzoeksgebied Waterland is op een later moment toegevoegd.

Tabel 2.1 Geselecteerde onderzoeksgebieden

Gebiedsnaam	Provincie	Grondsoort	Vangstintensiteit in v/u
Waterland	Noord-Holland	veen	< 0,10
Zeeuws-Vlaanderen	Zeeland	klei	0,10 - 0,50
Dommel	Noord-Brabant	zand	0,10 - 0,50
Wieringermeer	Noord-Holland	klei	0,10 - 0,50
Noord-Limburg	Limburg	zand	0,50 - 1,00
Langerak	Zuid-Holland	veen	0,50 - 1,00
Noordoostpolder	Flevoland	klei	0,50 - 1,00
Oude Vaart	Drenthe	zand	> 1,00
Olde Maten	Overijssel	veen	> 1,00
Noord-Groningen	Groningen	klei	> 1,00

2.2 Waarnemingenprotocol

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van waarnemingen uit tien onderzoeksgebieden. Deze waarnemingen zijn opgetekend door muskusrattenbestrijders uit het gebied in nauwe samenwerking met medewerkers van het waterschap. Om ervoor te zorgen dat de waarnemingen verantwoord en op dezelfde wijze werden geregistreerd, zijn de volgende acties ondernomen.

- In de eerste plaats is een waarnemingenprotocol opgesteld en is op basis daarvan een invulformulier gemaakt (zie bijlage 1). Dit protocol werd op 14 maart met de begeleidingscommissie besproken. Aan de hand van het commentaar tijdens die bijeenkomst is het formulier vervolgens gesplitst: een formulier met vragen over het uurhok (hoeft per uurhok maar eenmaal te worden ingevuld), een met vragen over de watergang (één per watergang) en een met algemene en specifieke vragen over de waargenomen schade zelf. Er zijn nog vragen toegevoegd om omgevingsinformatie te achterhalen, bijvoorbeeld over peilbeheer en over de verdeling van grondsoorten in het uurhok. Daarnaast nog vragen als: hoeveel procent van het effect wordt veroorzaakt door muskusratten, is er sprake van een uitzonderlijk incident, kun je hier spreken van gevolgschade?
- Ten tweede is op 22 maart een workshop gehouden met een groot aantal muskusrattenbestrijders en medewerkers van de betrokken waterschappen en provincies (zie bijlage 2 voor de deelnemerslijst). Namens de begeleidingscommissie waren de heer Wijlaars en de heer Gerkes erbij aanwezig. Van onderzoeksgebied Noord-Limburg kon helaas geen vertegenwoordiger aan de workshop deelnemen; dit gebied heeft op een later ogenblik echter instructies gekregen van LCCM. De muskusrattenbestrijder van het onderzoeksgebied in Noord-Groningen was eveneens verhinderd, maar is later door LCCM van de meest recente informatie voorzien. Het onderzoeksgebied in de Noordoostpolder, dat pas later is toegevoegd aan de selectie, is begin juli door Ronald de Graaff van het LEI en LCCM geïnstrueerd. Met de wél aanwezige deelnemers zijn nuttige discussies gevoerd, bijvoorbeeld over het begrip economische schade (zie box 2.1). Daarbij zijn foto's van verschillende zichtbare schadegevallen gepresenteerd. Het waarnemingenformulier is vervolgens half april verstuurd naar alle deelnemende proefgebieden. In de weken daarop zijn de

waarnemers het veld in gegaan en hebben zij opgetekend welke effecten ze tegenkwamen.

- Ten derde is in mei een aantal van de onderzoekers meegelopen met een team van veldwaarnemers.¹ De voornaamste reden hiervoor was om een beeld te krijgen van de mate van schade én om te achterhalen of de effecten op een verantwoorde en vergelijkbare wijze worden geïnventariseerd. De algemene indruk was dat de waargenomen effecten adequaat werden ingeschat door de waarnemers.

Tijdens de workshop worden de volgende vragen gesteld:

- *Is er ook schade als er niet direct wordt hersteld?*
Als er niet wordt hersteld, maar de functie wordt wel aangetast, is er sprake van schade. Daar is eveneens sprake van, wanneer het (regulier) onderhoud duurder is geworden door de aanwezigheid (en effecten) van muskusratten.
- *En als er geen aanwijzingen zijn dat schade ontstaan is door muskusratten?*
Er moet een relatie te leggen zijn met de aanwezigheid van muskusratten, dus zonder dat verband geen schade die voor dit onderzoek relevant is.
- *Hoofdwatgangen worden over het algemeen wel hersteld, maar veel kleine slootjes (zo'n 80% tot 90%) zijn wel beschadigd, maar worden niet gerepareerd. Maar dan is er toch wel gevolgschade voor de agrariër?*
Dat is inderdaad gevolgschade.
- *Maar bij een rechtszaak van een boer uit de Krimpenerwaard werd hij niet in het gelijk gesteld, hoe zit dat?*
Dit is een economisch onderzoek en als onderzoekers gaan we niet op de stoel van de rechter zitten. Er worden geen uitspraken gedaan over de noodzaak tot compenseren van schade, maar we stellen puur de schade vast. Inkomstenderving door waardevermindering of afkalving van landbouwgrond valt daar onder.

Box 2.1 Discussie over het begrip schade

2.3 Waargenomen effecten

De economische schade is in twee perioden in het jaar opgenomen: er was een eerste waarnemingenronde van half april tot eind mei en een tweede van half augustus tot half september.² In de loop van de maanden mei en juni werden uit de meeste gebieden ingevulde formulieren ontvangen, terwijl uiterlijk half september informatie werd verkregen uit de tweede ronde. Het aantal waarnemingen varieert per gebied erg sterk (zie tabel 2.2). Daarbij wordt onder 'waarneming' verstaan: een zichtbaar, lokaal te onderscheiden fysiek effect van graverij of vraat door muskusratten. Verzakking als gevolg van een bouw met verschillende gangen en uitgangen geldt als één waarneming. Een combinatie van effecten, zoals de aantasting van een oever én de stagnatie van de waterafvoer, wordt eveneens beschouwd als één waarneming. Voor elk onderzoeksgebied

¹ Stijn Reinhard in de gebieden Oude Vaart en Olde Maten, Aris Gaaff in De Dommel en Rolf Michels in Noord-Groningen. Ronald de Graaff is in juli meegelopen in de Noordoostpolder.

² Omdat de Noordoostpolder pas in juli is toegevoegd, is daar één waarnemingenronde gehouden. Dat geldt ook voor Waterland: dat gebied heeft alleen meegedaan met de tweede waarnemingenronde. Waterland is toegevoegd om na te gaan of er in een gebied met een 'lage' vangstintensiteit daadwerkelijk geen tot weinig schade wordt waargenomen.

is de vangstintensiteit en de grondsoort weergegeven met daarnaast het aantal waarnemingen over de twee waarnemingsronden.

Tabel 2.2 Vangstintensiteit, grondsoort en aantal waarnemingen per gebied

Vangstintensiteit in v/u	Grondsoort		
	klei	veen	zand
< 0,10	-	3 (Waterland)	-
0,10 - 0,50	3 + 4 (Zeeuws-Vlaanderen & Wieringermeer)	-	10 (Dommel)
0,50 - 1,00	135 (Noordoostpolder)	16 (Langerak)	1 (Noord-Limburg)
> 1,00	55 (Noord-Groningen)	32 (Olde Maten)	9 (Oude Vaart)

Op het eerste gezicht lijkt er in tabel 2.2 geen verband te zijn tussen de vangstintensiteit en het aantal waarnemingen. Bij een toename van de vangstintensiteit (als maatstaf voor de verwachte populatie) zou men verwachten dat het aantal waarnemingen ook toeneemt. Bij de geselecteerde proefgebieden geldt dat echter niet: het aantal waarnemingen is verreweg het grootst in Langerak en de Noordoostpolder, twee gebieden waarvoor het aantal vangsten per uur volgens de groslijst 'bovengemiddeld' is. Daarna volgen wel twee gebieden met een 'hoge' vangstintensiteit, maar die volgen op afstand. Verder is het beeld vooral grillig. In de gebieden met relatief weinig vangsten per uur zijn weinig waarnemingen wel te verwachten, maar niet in bijvoorbeeld Noord-Limburg of Oude Vaart. Deze resultaten vragen dan ook om een nadere analyse, die hieronder gegeven wordt.

2.4 Analyse van de waargenomen effecten

Tot nu toe zijn alle waarnemingen samengenomen: er is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende effecten. In tabel 2.3 is deze uitsplitsing wel gemaakt; deze tabel laat op het niveau van de uurhokken de fysieke effecten zien voor de categorieën stagnatie waterafvoer, aantasting oevers en aantasting infrastructuur (in m³). Verreweg de meeste effecten zijn waargenomen in oevers. De stagnatie van de waterafvoer komt ook nog regelmatig voor, maar van aantastingen aan de infrastructuur is slechts in beperkte mate sprake.

Tabel 2.3 Waargenomen schade op uurhokniveau in m³ (directe waarneming)

uurhok-nummer	Kenmerken proefgebieden		Effect in m ³ per uurhok		
	gebiedsnaam	provincie	stagnatie waterafvoer	aantasting oever	aantasting infrastructuur
03-54	Noord-Groningen	Groningen	-	18	18
07-14	Noord-Groningen	Groningen	-	130	-
14-25	Wieringermeer	Noord-Holland	-	1	-
14-26	Wieringermeer	Noord-Holland	2	1	-
14-47	Wieringermeer	Noord-Holland	5	4	-
15-48	Noordoostpolder	Flevoland	-	534	-
16-57	Oude Vaart	Drenthe	6	25	14
21-16	Olde Maten	Overijssel	5	5	-
21-25	Olde Maten	Overijssel	292	292	-
21-26	Olde Maten	Overijssel	4	4	-
25-17	Waterland	Noord-Holland	-	-	-
25-26	Waterland	Noord-Holland	-	-	-
38-35	Langerak	Zuid-Holland	-	436	-
46-34	Noord-Limburg	Limburg	-	-	-
54-17	Zeeuws-Vlaanderen	Zeeland	1	2	-
57-14	Dommel	Noord-Brabant	2	4	-
<i>Totaal</i>			317	1.456	32

De effecten in de overige categorieën zijn geaggregeerd weergegeven in tabel 2.4, omdat deze op het niveau van de uurhokken minimaal zijn of niet zijn waargenomen. Er is zeer weinig aantasting van landbouwareaal, planten en van zoetwatermosselen waargenomen. Aantasting van visfuisen, aantasting van kunstwerken, aantasting van waterkeringen en overige schade is helemaal niet gesignaleerd.¹

Tabel 2.4 Het aantal waarnemingen en de omvang ervan per categorie

Effect	Aantal waarnemingen	Totale omvang
Aantasting waterkering	niet waargenomen	-
Aantasting kunstwerk	niet waargenomen	-
Aantasting landbouwareaal	36	10 are
Aantasting natuur (planten)	13	1 are
Vraat van zoetwatermosselen	1	100 stuks
Aantasting visfuisen	niet waargenomen	-
Overige schade	niet waargenomen	-

Het jaar waarin de schade is ontstaan is voor de analyse erg belangrijk. Van de effecten is in ieder geval bekend dat deze in 2007 aanwezig zijn, anders zouden ze niet zijn waargenomen. Het is echter goed mogelijk dat deze al enkele jaren eerder is ontstaan. Daar staat tegenover dat effecten die voor 2004 zijn ontstaan en inmiddels al zijn hersteld, nu

¹ Enkele gevallen werden in eerste instantie wel als 'aantasting waterkering' en 'overige schade' aangemerkt. Uiteindelijk bleek het hier echter om aantasting van oevers te gaan.

niet worden waargenomen en dus niet meegenomen worden in de analyse. Veel van de effecten die wél waargenomen zijn, blijken al enkele jaren eerder dan in 2007 te zijn ontstaan (zie tabel 2.5). Vaak wordt het effect ook niet aan een specifiek jaar, maar aan een periode toegekend, zodat niet te achterhalen is hoe oud de schade precies is. Opvallend is dat een aanzienlijk gedeelte van de schade al is ontstaan is voor 2004, het jaar vanaf welk de muskusrattenbestrijder en de medewerker van het waterschap het gebied in ieder geval kennen.

Tabel 2.5 In welk jaar of tussen welke jaren is het effect ontstaan?

Jaar/periode	Aantal waarnemingen
vóór 2004	133
2002-2006	1
2002-2007	165
2003	2
2003-2006	1
2004	5
2004-2005	1
2004-2006	54
2004-2007	1
2005	23
2005-2006	8
2005-2007	1
2006	11
2006-2007	3
2007	7
<i>Alle waarnemingen</i>	<i>416</i>

Op grond van deze informatie moet geconcludeerd worden, dat er grote onzekerheid bestaat omtrent de tijdsduur waarin het waargenomen effect zich heeft voorgedaan.¹ Navraag bij de waarnemers om de vaak lange tijdsduur nader te preciseren heeft hier geen verduidelijking in kunnen brengen. In het bijzonder bij de effecten die zich al over lange periode uistrekken is dit een probleem om verschillende redenen. Zo is de (voor opschaling noodzakelijke) relatie met vangstintensiteiten moeilijk te leggen omdat deze laatste over langere perioden zeker variëren zoals blijkt uit de landelijke ontwikkelingen. Daarnaast zullen uitspraken over jaren minder betrouwbaar zijn, naarmate ze verder in het verleden liggen. Aangezien de waarnemers niet geacht worden het gebied voor die tijd te kennen en de waarnemingen van vóór 2004 het beeld aanzienlijk vertroebelen, is besloten die waarnemingen niet meer in de verdere analyse mee te nemen. Voor jarenreeksen die begonnen zijn vóór 2004, maar doorlopen na dat jaartal, is een evenredig deel van de effecten meegenomen. Op grond hiervan zijn de effecten in m³ berekend die in tabel 2.6 zijn weergegeven (de cijfers in tabel 2.4 blijven ongewijzigd, omdat deze allemaal vanaf 2004 zijn).

¹ Dit werkt door in de vertaling naar een economische schade per tijdseenheid (bijvoorbeeld per jaar). Hierop wordt in hoofdstuk 3.5 teruggekomen.

Tabel 2.6 Waargenomen effecten op uurhokniveau in m³ vanaf 2004

uurhok- nummer	Kenmerken proefgebieden		Effect in m ³ per uurhok		
	gebiedsnaam	provincie	stagnatie waterafvoer	aantasting oever	aantasting infrastructuur
03-54	Noord-Groningen	Groningen	-	18	18
07-14	Noord-Groningen	Groningen	-	130	-
14-25	Wieringermeer	Noord-Holland	-	1	-
14-26	Wieringermeer	Noord-Holland	2	1	-
14-47	Wieringermeer	Noord-Holland	5	4	-
15-48	Noordoostpolder	Flevoland	-	41	-
16-57	Oude Vaart	Drenthe	6	25	14
21-16	Olde Maten	Overijssel	5	5	-
21-25	Olde Maten	Overijssel	292	292	-
21-26	Olde Maten	Overijssel	4	4	-
25-17	Waterland	Noord-Holland	-	-	-
25-26	Waterland	Noord-Holland	-	-	-
38-35	Langerak	Zuid-Holland	-	291	-
46-34	Noord-Limburg	Limburg	-	-	-
54-17	Zeeuws-Vlaanderen	Zeeland	1	1	-
57-14	Dommel	Noord-Brabant	2	4	-
<i>Totaal</i>			<i>317</i>	<i>817</i>	<i>32</i>

2.5 Relatie met relevante factoren

Met de hierboven weergegeven gegevens bestaat een beeld van de waargenomen effecten in de proefgebieden. De vraag is nu of er een relatie gelegd kan worden tussen deze effecten en de factoren die in paragraaf 1.4 besproken zijn. De relevante factoren zijn vangstintensiteit en grondsoort. Daarnaast mag verwacht worden dat ook de lengte van de oevers van invloed zal zijn op de totale omvang van het effect per gebied. In tabel 2.7 staan de factoren die in beschouwing genomen zijn: de gemiddelde vangstintensiteit, het aantal kilometer watergang en de percentages zand, klei en veen en het percentage bebouwing en water binnen een uurhok.¹ Als maat voor de vangstintensiteit is de gemiddelde vangstintensiteit over de jaren 2003 tot en met 2006 genomen. Er is gekozen voor een periode van 4 jaar, omdat de waargenomen effecten zich ook over een periode van 4 jaar uitstrekken of kunnen uitstrekken, namelijk van 2004 tot en met 2007.²

Aangezien aantasting van oevers het dominante effect is en ook in de meeste uurhokken voorkomt, is voor dit effect nagegaan in welke mate dit te relateren is aan de genoemde relevante factoren. Dit is op twee manieren gedaan, waarbij tevens nagegaan is wat de invloed van de factoren is.

¹ In bijlage 3 is een overzichtstabel opgenomen die de tabellen 2.6 en 2.7 combineert.

² De verschuiving van 2003-2006 voor de vangstintensiteiten ten opzichte van 2004-2007 voor de waarnemingen is eerder een voordeel dan een nadeel omdat verwacht mag worden dat de effecten met enige vertraging zullen optreden ten opzichte van de populatieomvang, waarvoor de vangstintensiteit als maat genomen is.

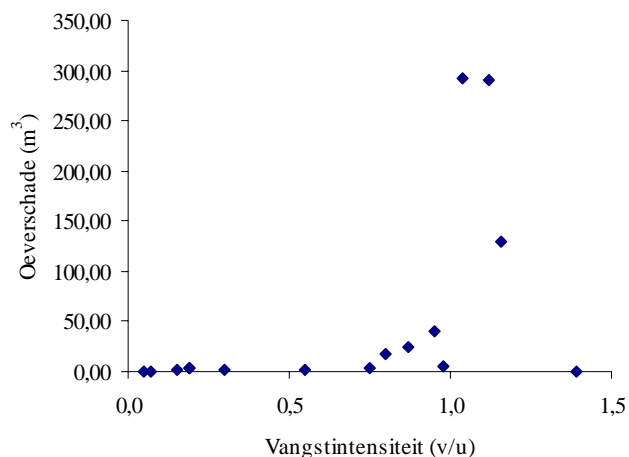
Tabel 2.7 Specifieke kenmerken van de uurhokken

Uurhok-nummer	Gemiddelde vangsten/uur 2003-2006 a)	Aantal km watergang a)	% Zand b)	% Klei b)	% Veen b)	% Water & bebouwing b) c)
03-54	0,80	272,24	1	98	0	2
07-14	1,16	347,85	0	100	0	0
14-25	0,15	191,59	17	62	0	20
14-26	0,30	207,90	23	76	0	0
14-47	0,19	207,86	3	97	0	0
15-48	0,95	165,12	11	67	22	0
16-57	0,87	455,36	66	0	35	0
21-16	0,98	449,19	16	0	60	25
21-25	1,04	486,33	0	9	86	6
21-26	0,75	600,07	36	0	64	0
25-17	0,07	210,38	0	15	37	50
25-26	0,05	510,86	0	4	94	2
38-35	1,12	690,03	0	40	61	0
46-34	1,39	55,48	24	48	11	6
54-17	0,55	106,74	0	98	0	0
57-14	0,19	175,71	85	0	3	12
<i>Nederland (gemiddelde)</i>	<i>0,33</i>	<i>212,57</i>	<i>35</i>	<i>30</i>	<i>12</i>	<i>23</i>

a) Bron: LCCM; b) Bron: grondsoortenkaart BORIS; bewerking LEI; c) Door afronding tellen weergegeven percentages niet exact op tot 100.

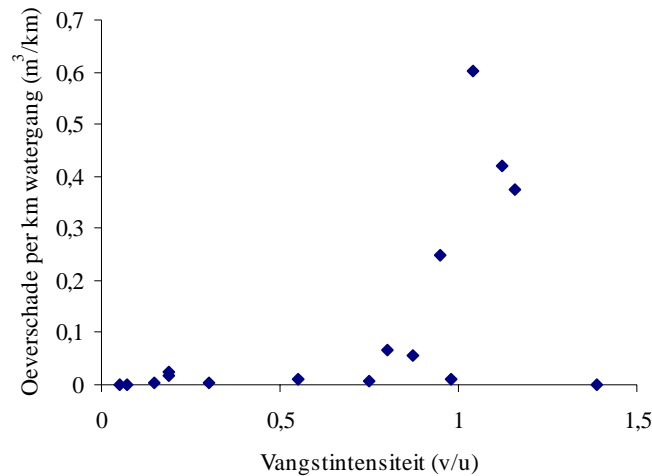
2.6 Oeveraantasting gerelateerd aan vangstintensiteit, aantal km watergang en grondsoorten

Als eerste is de oeveraantasting gerelateerd aan de vangstintensiteit alleen. Figuur 2.1 laat zien hoe die relatie eruit ziet. Globaal lijkt het aantal effecten exponentieel toe te nemen bij een hogere vangstintensiteit (met enkele uitschieters hier en daar).



Figuur 2.1 Relatie tussen oeveraantasting en de vangstintensiteit

Omdat het aantal kilometer watergang per uurhok aanzienlijk verschilt, wordt de vangstintensiteit ook nog tegen de oevershade per kilometer watergang uitgezet. Dan blijft de suggestie van een exponentieel verband bestaan (figuur 2.2).



Figuur 2.2 Relatie tussen oevertaantasting per kilometer watergang en de vangstintensiteit

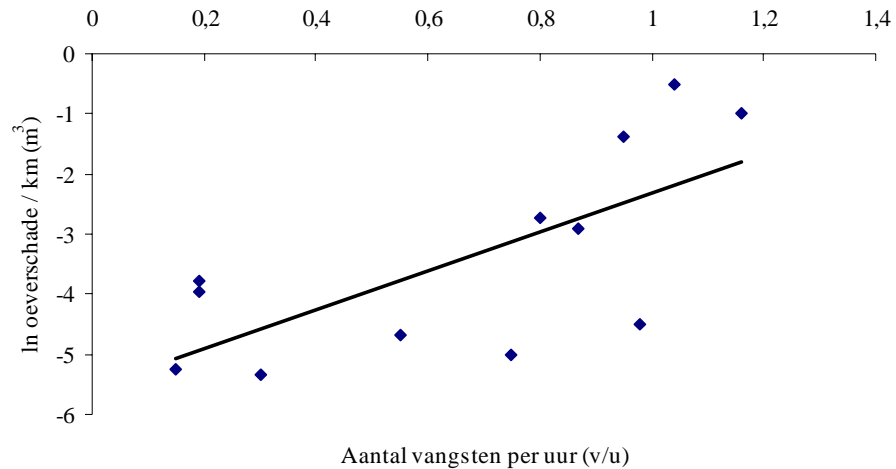
Om het exponentieel verband te testen, is een regressieanalyse uitgevoerd, waarbij de aantasting van oevers verklaard wordt door een model met de volgende variabelen.¹

<p><i>Te verklaren variabele</i> ln (oevertaantasting)</p>	<p>Logaritme van de oevertaantasting</p>
<p><i>Verklarende variabelen</i> ln (km watergang) gemiddelde v/u percentage veen percentage zand percentage bebouwing & water</p>	<p>Logaritme van aantal km watergang Gemiddelde vangstintensiteit</p>

Figuur 2.3 Model 1

Onderstaande figuur illustreert het lineaire verband tussen de vangstintensiteit, het aantal kilometer watergang en de oevershade. Dit verband is met een R^2 van 0,48 redelijk goed te noemen.

¹ Het model bevat als verklarende variabelen zowel 'kilometer watergang' als 'gemiddelde vangstintensiteit'. Het is denkbaar dat deze variabelen niet onafhankelijk van elkaar zijn. Op basis van LCCM-gegevens over deze variabelen is echter berekend dat er voor heel Nederland en gemiddeld over alle grondsoorten een uiterst zwak verband bestaat tussen deze twee ($R^2 = 0,12$). Voor veengronden is het verband weliswaar sterker, maar nog steeds relatief gering ($R^2 = 0,25$).



Figuur 2.4 Illustratie van lineair verband tussen v/u en oeverschade/km watergang

Voor de genoemde variabelen is daarom een lineair model geschat in de vorm:

$$\begin{aligned} \ln(\text{oeveraantasting}) = & a * \text{gemiddelde v/u} \\ & + b * \ln(\text{km watergang}) \\ & + c * \text{percentage veen} \\ & + d * \text{percentage zand} \\ & + e * \text{percentage bebouwing \& water} \\ & + \text{constante} \end{aligned}$$

Dit model blijkt de oeveraantasting (in feite: 'de aantasting van oevers in m³') acceptabel te relateren aan de kenmerken van de uurhokken. In aanmerking genomen dat het aantal waarnemingen beperkt is (16 uurhokken) kunnen de statistische toetsgrootheden ($R^2 = 0,60$ en significante t-waarden voor 'ln km watergang' en 'gemiddelde v/u') als goed worden aangemerkt. Het model ziet er als volgt uit:

$$\ln(\text{oeveraantasting}) = 2.62 * \text{gemiddelde v/u} + 1.83 * \ln(\text{km watergang}) - 1,99 * \text{percentage veen} + 0.62 * \text{percentage zand} - 0.44 * \text{percentage bebouwing \& water} - 9.12$$

Deze resultaten worden gebruikt bij de opschaling (hoofdstuk 3.2).

2.7 Oeveraantasting gerelateerd aan vangstintensiteit en aantal km watergang

Omdat de relatie met de grondsoorten zwak bleek te zijn (de desbetreffende t-waarden waren niet significant), is ook een vereenvoudigd model geschat zonder deze variabelen:

<i>Te verklaren variabele</i> ln (oeveraantasting)	Logaritme van de oeveraantasting
<i>Verklarende variabelen</i> ln (km watergang) gemiddelde v/u	Logaritme van aantal km watergang gemiddelde vangstintensiteit

Figuur 2.5 Model 2

Dit tweede model heeft een lagere R-kwadraat (0,53), maar de t-waarden van beide variabelen blijven significant. Het model ziet er zo uit:

$$\ln(\text{oeveraantasting}) = 2,52 * \text{gemiddelde v/u} + 1,15 * \ln(\text{km watergang}) - 5,77$$

De geschatte parameters voor 'gemiddelde v/u' en 'ln (km watergang)' zijn van dezelfde orde van grootte als die in model 1. Zodoende zijn zowel model 1 als model 2 geschikt om gebruikt te worden om op te schalen (zie hoofdstuk 3).

3. Opschaling naar Nederland

3.1 Inleiding

Op basis van de gegevens uit de onderzoeksgebieden wordt in dit hoofdstuk een raming gemaakt van de economische schade in heel Nederland. Vanzelfsprekend is dat met onzekerheid omgeven, aangezien er slechts waarnemingen verricht zijn in een beperkt aantal gebieden en opschalen alleen mogelijk is op basis van een eveneens beperkt aantal onderliggende kenmerken. Het opschalen vindt plaats in twee stappen, conform de algemene methodiek die beschreven is in hoofdstuk 1.2: eerst wordt het totale fysieke effect in Nederland bepaald en vervolgens wordt deze vertaald naar een schade in euro's.

3.2 Bepalen van de oeverschade

Bij het bepalen van de fysieke schade wordt onderscheid gemaakt tussen aan de ene kant de oeverschade en aan de andere kant de overige schadetypes (stagnatie van de waterafvoer en de aantasting van de infrastructuur/waterkering/kunstwerken/landbouw areaal/planten/zoetwatermosselen/visfuike). De graverij aan oevers heeft verreweg het grootste waargenomen effect. Omdat het aantal waarnemingen beperkt is en er bovendien de nodige onzekerheden in bestaan, is ervoor gekozen om op vier manieren een raming te maken. Dit levert vier uitkomsten op, die samen zowel een maat voor de schade (voor dit effect) geven als een indicatie van de bandbreedte. Deze vier methoden zijn:

- 1 opschalen door de oeverschade te schatten met behulp van model 1 van paragraaf 2.5;
- 2 opschalen door de oeverschade te schatten met behulp van model 2 van paragraaf 2.5;
- 3 opschalen op basis van de zogenaamde methode van data-imputatie (zie 3.2.3);
- 4 directe opschaling.

3.2.1 Opschalen met behulp van het eerste model

Model 1 van paragraaf 2.5 verklaart het waargenomen effect uit de vangstintensiteit, het aantal kilometer watergang en de percentages veen, zand en bebouwing en water. Deze gegevens zijn voor alle (1.664) uurhokken in Nederland voorhanden. Voor elk uurhok is met behulp van dit model de oeverschade geraamd door de specifieke kenmerken (gemiddelde vangstintensiteit, kilometer watergang en de percentages veen, zand en bebouwing en water) in te vullen in de formule. Dit levert 1.664 schaderamingen op, die getotaliseerd zijn tot circa 31.500 m³ voor heel Nederland (zie tabel 3.1).

Tabel 3.1 Raming oeverschade voor Nederland volgens model 1

Geschatte oeverschade (model 1), in m ³				
totaal	gemiddeld per uurhok	standaardafwijking/uurhok	in uurhok met kleinste waarde	in uurhok met grootste waarde
31.500	18,9	114,5	0	2.865

3.2.2 Opschalen met behulp van het tweede model

De oeverschade wordt in model 2 verklaard uit de vangstintensiteit en het aantal kilometer watergang. De rekenmethode is analoog aan die bij model 1. Het totale effect is volgens deze berekening 28.800 m³ (zie tabel 3.2).

Tabel 3.2 Raming oeverschade voor Nederland volgens model 2

Geschatte oeverschade (model 2), in m ³				
totaal	gemiddeld per uurhok	standaardafwijking/uurhok	in uurhok met kleinste waarde	in uurhok met grootste waarde
28.800	17,3	153,3	0	4.994

3.2.3 Opschalen op basis van data-imputatie

De derde methode maakt op basis van data-imputatie een schatting van het aantal m³ oeverschade per uurhok. De data-imputatie is vorm gegeven door voor elk uurhok in Nederland te kijken welke waargenomen uurhokken daar het meest op lijken. Voor elke combinatie van uurhok in Nederland en uurhok in de steekproef is de 'afstand' berekend op basis van een aantal belangrijke kenmerken van het uurhok. Om een zinvolle schatting te kunnen maken moet de afstand berekend worden op basis van relevante kenmerken van het uurhok die van invloed zijn op de opgetreden schade. De afstand is bepaald aan de hand van de volgende kenmerken: km watergang, gemiddelde vangstintensiteit en percentage zand, klei en veen. Vervolgens zijn voor elk uurhok de drie meest gelijkende uurhokken uit de steekproef gebruikt om een schatting te maken van het aantal m³ oeverschade in dat uurhok. De procedure is uitgevoerd met behulp van het software programma STARS (Statistics for Regional Studies) (zie Vrolijk, 2004 en Simkin, Verwaart en Vrolijk, 2005).

Gemiddelde oeverschade per uurhok komt neer op gemiddeld 17,0 m³. Vermenigvuldigd met de 1.664 uurhokken in Nederland komt dat neer op zo'n 28.300 m³.

Tabel 3.3 Raming oeverschade voor Nederland volgens data-imputatie

Geschatte oeverschade (data-imputatie), in m ³				
totaal	gemiddeld per uurhok	standaardafwijking/uurhok	in uurhok met kleinste waarde	in uurhok met grootste waarde
28.300	17,0	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

3.2.4 Directe opschaling

Op basis van de gegevens in tabel 2.2 en tabel 2.6 kan de oeverschade per gebied ingedeeld worden op basis van grondsoort en vangstintensiteit. Dan ontstaat tabel 3.3.

De directe opschaling komt erop neer dat alle uurhokken in Nederland ingedeeld worden op basis van de combinatie van grondsoort en vangstintensiteit. De veronderstelling is vervolgens dat de effecten in alle uurhokken met dezelfde kenmerken van vergelijkbare grootte is. Zo wordt aan alle uurhokken die klei als voornaamste grondsoort hebben en een vangstintensiteit kennen die tussen de 0,10 en 0,50 vangsten per uur ligt 2 m³ aan oeverschade toegekend (zie tabel 3.3). De andere combinaties staan eveneens model voor alle uurhokken in Nederland met die karakteristieken.

Deze exercitie uitgevoerd voor alle uurhokken resulteert in een geschatte totale oeverschade van zo'n 36.600 m³.

Tabel 3.3 Oeverschade per grondsoort/vangstintensiteit

Grondsoort	Vangstintensiteit	Aantasting oever (m ³)
Klei	< 0,10	-
Klei	0,10 - 0,50	2
Klei	0,50 - 1,00	41
Klei	> 1,00	74
Veen	< 0,10	-
Veen	0,10 - 0,50	-
Veen	0,50 - 1,00	291
Veen	> 1,00	101
Zand	< 0,10	-
Zand	0,10 - 0,50	4
Zand	0,50 - 1,00	-
Zand	> 1,00	25

Tabel 3.4 Raming oeverschade voor Nederland volgens directe opschaling

Geschatte oeverschade (directe opschaling), in m ³				
totaal	gemiddeld per uurhok	standaardafwijking/uurhok	in uurhok met kleinste waarde	in uurhok met grootste waarde
36.600	21,8	60,7	0	291

3.3 Bepalen van stagnatie waterafvoer en aantasting infrastructuur

Stagnatie waterafvoer en aantasting infrastructuur zijn ook via de directe opschalingsmethode bepaald. Tabel 3.4 geeft de schade in m³ per combinatie van grondsoort en vangstintensiteit weer zoals volgt uit de veldwaarnemingen.

Tabel 3.4 Stagnatie waterafvoer en aantasting infrastructuur per grondsoort en vangstintensiteit

Grondsoort	Vangstintensiteit	Stagnatie waterafvoer	Aantasting infrastructuur
Klei	< 0,10	-	-
Klei	0,10 - 0,50	3	-
Klei	0,50 - 1,00	-	-
Klei	> 1,00	-	18
Veen	< 0,10	-	-
Veen	0,10 - 0,50	-	-
Veen	0,50 - 1,00	-	-
Veen	> 1,00	101	-
Zand	< 0,10	-	-
Zand	0,10 - 0,50	2	-
Zand	0,50 - 1,00	-	-
Zand	> 1,00	6	14

De geschatte effecten in m³ komen dan hier op neer:

Tabel 3.5 Raming overige effecten voor Nederland

	Geschat totaal effect (directe opschaling) in m ³
Stagnatie waterafvoer	4.510
Aantasting infrastructuur	1.200

3.4 Invloed van overige factoren

De factoren grondsoort en vangstintensiteit zijn als variabelen meegenomen bij de directe opschaling; bij oeverschade is daarnaast kilometer watergang betrokken. Dat betekent niet dat de andere factoren niet van belang zijn, zoals de aard van de oever, talud, stroming, verandering van waterpeil en onderhoudssituatie. Voor de geselecteerde gebieden kunnen deze relevant zijn voor de verklaring van bepaalde waarnemingen, maar voor de opschaling naar Nederland zijn zij niet of nauwelijks bruikbaar doordat vergelijkbare gegevens ontbreken. Hierdoor is het ook niet te bepalen of door de selectie van de gebieden en de daar heersende omstandigheden onder- of overschatting plaatsvindt. In feite is in dit onderzoek de veronderstelling gehanteerd, dat de geselecteerde gebieden in dergelijke variabelen niet afwijken van Nederland als geheel.

3.5 Bepaling van de economische schade

Op basis van de fysieke effecten en de kosten per eenheid effect is volgens de methode van paragraaf 1.2 een raming gemaakt van de totale economische schade. Aan de waarnemers is gevraagd een inschatting te maken van de extra onderhoudskosten of de kosten van extra baggeren. Op basis van deze inschattingen zijn de gemiddelde kosten per m³ berekend (tabel 3.6).

Tabel 3.6 Gemiddelde kosten per m³ effect (gemiddeld over alle grondsoorten)

Effect	Kosten per m ³ in euro
Aantasting oever gemiddeld	111,32
- Aantasting oever in klei	65,55
- Aantasting oever in zand	117,10
- Aantasting oever in veen	145,60
Stagnatie waterafvoer	51,36
Aantasting infrastructuur	88,49

Bron: Waterschappen betrokken bij dit onderzoek.

Voor de hier aangegeven schadetypen is door directe vermenigvuldiging het schadebedrag bepaald. Voor de grootste schadepost, aantasting van de oever, is daarnaast nog een differentiatie aangebracht waarbij rekening gehouden is met feit dat de kosten per m³ verschillen per grondsoort. Het totale resultaat is opgenomen in het overzicht van tabel 3.7.

Tabel 3.7 Totale economische schade in Nederland per categorie volgens verschillende ramingsmethoden

Schadetype	Bedrag in €	Berekeningsmethode
Oeverschade	3.510.000	Model 1
	3.410.000	Model 1 met gedifferentieerde kosten per grondsoort
	3.210.000	Model 2
	3.490.000	Model 2 met gedifferentieerde kosten per grondsoort
	3.150.000	Data-imputatie
	4.080.000	Directe opschaling
Baggerschade	232.000	Directe opschaling
Schade aan infrastructuur	106.000	Directe opschaling

Oeverschade is verreweg de grootste post. Daarom is deze in dit onderzoek ook op verschillende manieren bepaald. De resultaten van tabel 3.7 geven aan, dat de verschillende ramingmethoden leiden tot uitkomsten die onderling niet sterk uiteenlopen. Op grond van de gevonden waarden kan geconcludeerd worden dat de schade (op basis van de uitgevoerde veldwaarnemingen) ligt tussen €2,9 miljoen en €4,0 miljoen.

De schadeposten die voortvloeien uit stagnatie van waterafvoer en aantasting van infrastructuur zijn een orde van grootte kleiner en tellen samen op tot ongeveer € 0,3 miljoen, uitgaande van de waarnemingen in de steekproefgebieden. Bij de schade die samenhangt met stagnatie van waterafvoer ('baggerschade') moet het volgende bedacht worden. Grond (zand, veen, klei) die als gevolg van graverij in watergangen terechtkomt, brengt extra baggerwerkzaamheden mee om deze te verwijderen. In de waarnemingen is bepaald hoeveel m³ dit betrof. Daarbij moet de kanttekening worden geplaatst, dat de hoeveelheid grond zich verspreidt en dus niet onmiddellijk leidt of hoeft te leiden tot extra baggerwerkzaamheden ter plaatse. Een deel hiervan zal leiden tot intensivering van het

reguliere baggerwerk. In het onderzoek is uitgegaan van de hoeveelheid door muskusratten in de watergangen gedeponeerde grond en de kosten per m³ voor baggeren.

Vraatschade aan landbouwgewassen is gedurende de waarnemingsperiode in de proefgebieden bijzonder weinig waargenomen. Daarbij moet worden aangetekend dat het moment van waarnemen niet optimaal is voor het bepalen van deze vraatschade. In de waarnemingsgebieden gaat het in totaal om 0,1 ha vraatschade, hoofdzakelijk aan gras. Door deze op te schalen, ontstaat waarschijnlijk een onderschatting van de mate van schade. Volgens de directe opschalingsmethode zou dat voor heel Nederland neerkomen op bijna 2 ha.

Schade aan planten in de natuur is lokaal wel waargenomen, maar slechts in heel geringe mate. De planten die in de proefgebieden het meeste zijn aangevreten, zijn de lisdodde en riet.

De andere schadecategorieën, dat wil zeggen de aantasting van kunstwerken, visfuisen en de vraat van zoetwatermosselen, zijn in de proefgebieden dermate weinig of niet waargenomen, dat het niet verantwoord is om op te schalen.

Voor de gevolgschade geldt, dat deze voornamelijk bestaat uit het niet meer kunnen maaien van gewassen en een langere bewerkingstijd voor akkers en graslanden. Incidenteel kan het ook gaan om schade als gevolg van herstelwerkzaamheden aan oevers. In het ergste geval, als er niet meer gemaaid kan worden, heeft dit volledige opbrengstderving van gewassen tot gevolg. Op basis van de waarnemingen wordt geraamd dat zo'n 256 hectare in deze categorie valt. Uitgaande van de opbrengstwaarde van gras (€1.563 per hectare, bron: LEI) komt dit jaarlijks neer op €400.000.

3.6 Bepaling van de jaarlijkse schade

De geraamde schade in de vorige paragraaf is gebaseerd op waarnemingen die zich uitstrekken over verschillen jaren, vanaf 2004. Eerder is al aangegeven dat er onzekerheid bestaat over de toerekening van schade aan een bepaald jaar. Tabel 2.5 brengt deze problematiek duidelijk in beeld. Dit betekent dat ook de bepaling van een schadebedrag per jaar op grond van de hier gevonden waarden met grotere onzekerheden is omgeven. Op grond van de volgende aannamen is hier een bandbreedte bepaald.

Een absolute bovengrens van het jaarlijkse schadebedrag wordt gevormd door alle berekende schade toe te kennen aan één jaar, alsof de waarnemingen in 2007 uitsluitend betrekking hebben op dat jaar. Het is duidelijk dat dit, gegeven de door de waarnemers aangegeven jaren, een overschatting is. Een onderschatting wordt verkregen door het totale schadebedrag te delen door het gemiddeld aantal jaren waarop de waarnemingen betrekking hebben. Immers, sommige schadegevallen strekken zich uit over 2 of meer jaren. Op grond van tabel 2.5 is het gemiddeld aantal jaren berekend (tabel 3.9). Een ondergrens is voor de jaarlijkse schade wordt dus verkregen door het totale schadebedrag uit paragraaf 3.5 te delen door het aantal jaren. Dit is een ondergrens, want er mag van worden uitgegaan, dat schade die nu manifest is, maar het gevolg is van een bijvoorbeeld 2 jaar geleden aangevangen graverij niet alle 3 jaren tot dezelfde gelijke schade heeft geleid als nu wordt geregistreerd.

Op grond van deze raming is de indicatieve gemiddelde jaarlijkse schade berekend en samengevat in tabel 3.9.

Tabel 3.8 Indicatieve gemiddelde jaarlijkse schade

Schadetype	Gemiddeld aantal jaren	Jaarlijkse schade in €1.000
Aantasting oever	2,79	1.040 - 1.434
Stagnatie waterafvoer	3,06	76
Aantasting infrastructuur	2,62	40

4. Conclusies en aanbevelingen

Graverij en vraat van muskusratten vormen een bron van economische schade. In de voorgaande hoofdstukken is nagegaan op welke wijze deze schade bepaald kan worden en welke aard en omvang de schade heeft. In dit hoofdstuk trekken wij conclusies en geven wij aanbevelingen.

De grondslag voor de bepaling van de schade zijn veldwaarnemingen in een tiental gebieden in Nederland, uitgevoerd in het voorjaar van 2007 en aangevuld met nieuwe gevallen in september 2007. In deze waarnemingen zijn ruim 400 gevallen van fysieke effecten van graverij of vraat geïnventariseerd. De gebieden zijn in Nederland verspreid over verschillende grondsoorten en kennen een ruime spreiding in de aantallen jaarlijks gevangen muskusratten en daarmee in de omvang van de populaties.

Op grond van de waarnemingen is de omvang van de schade voor heel Nederland bepaald en teruggerekend naar een jaarlijks bedrag. Het resultaat is samengevat in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Samenvattend overzicht van de economische schade

Schadetype	Jaarlijks bedrag in €1.000	Opmerkingen
Oeverschade	1.000 - 4.000	raming met vier berekeningsmethoden op basis van veldwaarnemingen
Extra baggeren	40 - 340	raming met directe opschaling op basis van veldwaarnemingen
Aantasting infrastructuur	40 - 110	raming met directe opschaling op basis van veldwaarnemingen
Vraatschade landbouw	p.m.	op basis van veldwaarnemingen mogelijk onderschat
Vraatschade natuur	p.m. (gering)	incidenteel; onvoldoende veldwaarnemingen
Gevolgschade landbouw	400	raming op basis volledige opbrengstderiving

Verreweg de grootste bijdrage wordt geleverd door de oeverschade: een bedrag van € 1,0 tot € 4,0 miljoen per jaar. De waargenomen schadegevallen en de bijbehorende eenheidskosten bieden voldoende houvast voor een raming van de totale omvang van dit type schade in Nederland. Daarbij zijn vier verschillende ramingmethoden toegepast, die alle tot een totale omvang in dezelfde orde van grootte leiden, namelijk €2,9 miljoen - € 4,0 miljoen. Het grootste punt van onzekerheid vormt de toerekening van de waargenomen schade naar een jaarbedrag. Hoewel de waarnemingen op aspecten als omvang, aard en omgevingsfactoren voldoende duidelijk waren, bleek de factor tijd problematisch: wanneer is het effect precies ontstaan en over welke periode heeft het zich uitgestrekt? Bij de aanbevelingen komen wij hierop terug. De onzekerheid in deze factor leidt ertoe dat de bandbreedte van €2,9 miljoen - €4,0 miljoen bij vertaling naar jaarbasis opgerekt moet worden tot €1,0 miljoen - €4,0 miljoen.

De aarde (zand, klei of veen) die uitgegraven wordt in de oevers belandt in de sloten, vaarten en andere wateren. Dit belemmert de doorstroming. Afhankelijk van de hoeveelheid hiervan en de functie van de watergang zijn extra baggerwerkzaamheden noodzakelijk. Deze schadepost ramen wij op grond van de waargenomen effecten en kengetallen op gemiddeld € 230.000 per jaar, met een bandbreedte van € 40.000 - €340.000.

De overige graafschadeposten liggen, landelijk gezien en voor zover deze op grond van de waarnemingen geschat konden worden, in de orde van maximaal € 100.000 per jaar. Deze schades hebben een incidenteel karakter. Dit betekent dat een aanzienlijk grotere steekproef nodig zou zijn geweest om ze op grond van veldwaarnemingen op te kunnen sporen en met grotere nauwkeurigheid te bepalen. Tegelijkertijd brengt het incidentele karakter met zich mee dat de omvang op landelijke schaal beperkt kan zijn, terwijl toch lokaal een als fors ervaren schadepost optreedt, zoals het herstel van een brug, duiker of verharde weg.

Directe vraatschade aan landbouwgewassen in de vorm van opbrengstverlies aan gewassen is beperkt, althans zoals die op grond van de veldwaarnemingen kon worden berekend. In de onderzoeksgebieden zijn verschillende soorten van agrarisch grondgebruik vertegenwoordigd (gras, maïs). De oppervlakten die schade ondervonden zijn echter gering en daarmee het directe opbrengstverlies. Hierbij moet worden opgemerkt dat de waarnemingsperiode niet optimaal was om dergelijke schade vast te stellen.

Wel is er gevolgschade, in de vorm van belemmeringen bij het maaien, ongelukken met landbouwwerktuigen, incidenten met vee. Ook ondervindt de landbouw soms opbrengstverlies als gevolg van schadeherstelwerkzaamheden door waterbeheerders. De laatste drie categorieën zijn wel incidenteel bekend, maar kunnen onvoldoende gekwantificeerd worden. De eerste categorie ramen wij op grond van de waarnemingen op gemiddeld €400.000 op jaarbasis.

Landbouwschade beperkt zich overigens niet tot directe vraatschade en gevolgschade. Een deel van de oeverschade treedt namelijk op bij gronden met agrarisch gebruik. In dit onderzoek is alle oeverschade in de geselecteerde proefgebieden opgenomen. Het maakt daarbij niet uit of de schade is opgetreden bij een oever die onderhouden wordt door een agrariër of door een waterschap of een andere overheidsdienst.

Samengevat luiden de conclusies:

- de belangrijkste bron van economische schade is graverij. Herstelwerkzaamheden en extra onderhoud aan oevers leveren een schadepost op van € 1,0 miljoen tot € 4,0 miljoen per jaar. De bandbreedte hierin wordt voornamelijk bepaald doordat de periode waarover de schade zich uitstrekt niet nauwkeurig genoeg bepaald kon worden;
- het tweede belangrijke gevolg van graverij is de ophoping van zand, klei en veen in wateren, waardoor extra baggeren noodzakelijk is. Dit effect wordt geraamd op een post van gemiddeld €230.000 per jaar;
- overige directe schade als gevolg van graverij is, gemeten over Nederland beperkt. Dit betekent overigens niet dat lokaal en incidenteel geen schade zou kunnen optreden die als aanzienlijk ervaren wordt. Waarnemingen te velde op

- steekproefbasis bieden hiervoor onvoldoende basis, juist omdat het incidenten betreft;
- vraatschade is beperkt. In de landbouw gaat het, op grond van de veldwaarnemingen, om een gering bedrag. Vraatschade aan natuurgebieden komt weliswaar incidenteel voor, maar kan niet nader gekwantificeerd en op geld gewaardeerd worden;
 - voor de bepaling van gevolgschade van graverij, bijvoorbeeld ongelukken met landbouwvoertuigen als gevolg van verzakking, bieden steekproefwaarnemingen te velde onvoldoende basis. Maaibelemmeringen ramen wij op een schadepost van circa €400.000 per jaar.

Zoals aangegeven, hoeft een beperkte schadepost op landelijke schaal niet te betekenen dat ter plekke de schade niet als fors kan worden ervaren. Dit geldt zowel voor instellingen als waterschappen die infrastructuur herstellen als voor boeren die voertuigen die beschadigd zijn herstellen of extra arbeid inzetten om vee op de wal te brengen. Alleen een grootschalige inventarisatie kan de omvang van dergelijke incidenten aan het licht brengen.

Op grond van de ervaringen in het onderzoek komen wij tot de volgende aanbevelingen. De belangrijkste aanbeveling uit het onderzoek betreft de wijze van monitoring. Ten behoeve van dit onderzoek zijn veldwaarnemingen uitgevoerd aan de hand van een waarnemingenprotocol. Het verdient aanbeveling dit protocol, eventueel na enige aanpassing, systematisch toe te passen voor de monitoring van schade door muskusratten. Twee aspecten hebben naar onze mening daarbij prioriteit: de periode en de locatie. De onzekerheid over de periode waarin fysieke effecten zich hebben voorgedaan vormt een grote bron van onzekerheid bij de bepaling van de schade op jaarbasis. Het volgen van schadegevallen in de praktijk kan geholpen worden met een goede vastlegging van de locatie ervan. Een eenvoudige database kan hierbij nuttig zijn.

Regelmatig optredende schade kan op de hierboven beschreven wijze goed bepaald worden. Incidenteel optredende gevallen dreigen juist door het uitzonderlijke karakter, vergeten te worden. Een registratie van incidenten, eveneens aan de hand van een welomschreven protocol verdient aanbeveling. Ook zou kunnen worden gekeken naar een alternatieve maat voor de populatieomvang, die minder afhankelijk is van de vangstinspanning.

Ten slotte merken wij op dat alle uitspraken gedaan zijn op basis van waarnemingen in gebieden waar bestrijding plaatsvindt. De effecten van bestrijding van muskusratten op economische schade is hiermee (per definitie) niet onderzocht. Het verdient daarom aanbeveling ook waarnemingen van schade te verrichten in gebieden zonder bestrijding, of met verschillende intensiteit van bestrijding (waarbij de overige kenmerken vergelijkbaar zijn).

Samengevat luiden de aanbevelingen:

- jaarlijkse waarnemingen aan de hand van een protocol zijn noodzakelijk om de omvang en de ontwikkeling in de tijd van de schade nauwkeurig vast te stellen. Vooral het tijdstip van ontstaan en manifest blijven van de fysieke effecten verdient daarbij aandacht. Vastlegging van de locatie vormt hierbij een hulpmiddel;

- een incidentenregistratie op landelijk niveau van minder frequent voorkomende schadetypen zou moeten worden opgezet;
- het verrichten van waarnemingen in gebieden zonder bestrijding.

Literatuur

Lammertsma, D.R. en F.J.J. Niewold, *Muskusrattenbestrijding in Nederland: Een quick scan naar nut, noodzaak en alternatieven*. Alterra-rapport 1197. Wageningen, 2005.

LCCM, *Landelijk jaarverslag 2006 muskus- en beverrattenbestrijding*. 2006

Rechtbank 's-Gravenhage, Sector civiel recht-enkelvoudige Kamer. Rolnummer 03/2712, 24 november 2004.

Simkin, S., T. Verwaart en H.C.J. Vrolijk, 'Application of a Genetic Algorithm to Nearest Neighbour Classification'. In: Moonis Ali, Floriana Esposito, *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Vol. 3533/2005. Springer Verlag, pp. 544-546. 2005.

Anonymus, *Muskusratschade aan waterkeringen in 1983*. Rapport S-72.029-IV COW-TAW werkgroep 11. Pp. 15 en 4 bijlagen. Den Haag, 1984.

Vrolijk, H.C.J., *STARS: statistics for regional studies*. Proceedings of Pacioli 11; New roads for farm accounting and FADN. Report 8.04.01. LEI, The Hague, 2004.

Wetterskip Fryslân, *Schade door muskusratten in de provincie Fryslân*. 2002

Wijnen, R., *Is de muskusrat schadelijk voor de Nederlandse landbouw?* Bennekom, 1984.

Bijlage 1. Waarnemingsformulieren

Formulier economische schade muskusratten

Niet alle gegevens die voor de analyse kunnen worden gebruikt, hoeven op het niveau van het waargenomen effect te worden aangeleverd. Het formulier is daarom onderverdeeld op basis van de verschillende niveaus:

- algemene vragen over het uurhok;
- algemene vragen over de watergang;
- algemene en specifieke vragen over de waarneming.

Algemene vragen over het uurhok

De algemene vragen worden gesteld om inzicht te krijgen hoe bereikbaar het uurhok is, hoeveel van het uurhok bestreken wordt en welke verdeling van grondsoorten het uurhok heeft. Deze algemene vragen hoeven per uurhok maar eenmaal ingevuld te worden.

Algemene vragen over de watergang

Op het niveau van de watergang worden vragen gesteld over het peilbeheer, de breedte van de watergang, hoe vaak er normaal gesproken gemaaid en gebaggerd wordt en wie de onderhoudsplichtige of beheerder ervan is. Deze algemene vragen hoeven per watergang maar eenmaal ingevuld te worden.

Algemene vragen over de waarneming

Bij elke waarneming wordt gevraagd in hoeverre het effect toe te schrijven is aan de muskusrat, welk grondgebruik het aangrenzende land heeft, in welk jaar het effect is ontstaan, hoe hoog de drooglegging¹ is en hoe steil het talud is. Daarnaast kan er aangegeven worden of er sprake is van een uitzonderlijke situatie of van gevolgschade.

Specifieke vragen over de waarneming

Afhankelijk van het type schade kunnen er bij de specifieke vragen een of meerdere onderdelen worden ingevuld. De eerste serie is gerelateerd aan graverij:

- stagnatie waterafvoer;
- aantasting oever;
- aantasting infrastructuur;
- aantasting waterkering;
- aantasting kunstwerk (zoals een duiker).

¹ Onder drooglegging wordt hier het verschil tussen het winterpeil van het oppervlaktewater en het maaiveld verstaan.

De tweede serie categorieën hangt samen met vraat:

- vraat aantasting van landbouwgewassen;
- vraat/aantasting van planten (natuur);
- vraat/aantasting van zoetwatermosselen;
- schade aan visfuike.

Ten slotte is er ook nog een categorie waar overige schades kunnen worden vermeld en is er bovendien nog een ruimte voor (algemene) opmerkingen.

B1.1 Formulier economische schade muskusratten

Uw namen:
Uurhok nummer:

Algemene vragen over het uurhok

Hoeft per uurhok maar één keer te worden ingevuld.

Hoeveel procent van de totale lengte aan watergangen in dit uurhok is voor u bereikbaar?	
Hoeveel procent van de totale lengte aan watergangen in dit uurhok bestrijkt u?	
Welk percentage klei, veen of zand kent dit gebied?	

B1.2 Formulier economische schade muskusratten

Uw namen:
Uurhok nummer:
Watergang:

Algemene vragen over de watergang

Hoeft per watergang maar één keer te worden ingevuld.

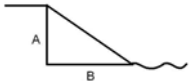
Zijn er in deze watergang fluctuaties in peilbeheer? Zo ja, wat is in dat geval het winter- en het zomerpeil?	
Hoe breed is de watergang? - kleiner dan 3 meter; - tussen de 3 en 6 meter; - groter dan 6 meter.	
Hoe vaak wordt er gemaaid (hoeveel keer per jaar)?	
Hoe vaak wordt er normaal gesproken gebaggerd (1 keer in de hoeveel jaar)?	
Wie is de onderhoudsplichtige of beheerder? - waterschap; - provincie; - overige overheid; - natuurbeschermingsorganisatie; - grondeigenaren/grondgebruikers.	

B1.3 Formulier economische schade muskusratten

Uw namen:
Uurhok nummer:
Watergang:

Algemene vragen over de waarneming

Nota bene: met effect wordt bedoeld dat een object of element zijn oorspronkelijke functie niet meer kan vervullen als gevolg van vraat of graverij door muskusratten. Het signaleren van zo'n effect noemen we een waarneming.

Hoeveel procent van het waargenomen effect is toe te schrijven aan de muskusrat?	
Welk grondgebruik heeft het aangrenzende land? <ul style="list-style-type: none"> - akkerbouw; - grasland; - bloemrijk hooiland, zoals dotterbloemhooiland; - rietland (alle types); - elzen/berken broekbos; -- wegberm; - spoorbaan; - bebouwd gebied; - anders, namelijk. 	
In welk jaar is dit effect ontstaan?	
 <p>Hoe hoog is de drooglegging (A op bovenstaande afbeelding)?</p>	
Hoe steil is het talud (verhouding van hoogte A tot breedte B op het plaatje)?	
Heeft dit effect het karakter van een uitzonderlijk incident? Zo ja, waarom?	
Is er hier naar uw weten sprake (geweest) van gevolgschade? Zo ja, is dat dan schade aan: <ul style="list-style-type: none"> - landbouw materiaal en vee; - langere bewerkingstijd akkers; - waardedaling gewassen; - aantasting rietteelt (directe vraat); - aantasting rietteelt door schade via ontwatering (bij bevoeid rietland); - ondermijning wortelstelsel bomen met risico's van stormgevoeligheid; - anders, namelijk. 	

B1.4 Specifieke vragen over de waarneming

<i>Stagnatie waterafvoer</i>	
Hoeveel m ³ grond is op de waterbodembegedeponeerd?	
Hoe vaak moet er als gevolg van dit effect extra gebaggerd worden (1 keer in de hoeveel jaar)?	
Kunt u een inschatting geven van de kosten van het extra baggeren (in euro's)?	

<i>Aantasting oever</i>	
Hoeveel m ³ grond is er nodig om de oever te herstellen?	
Is er extra onderhoud nodig?	
Kunt u een inschatting geven van de kosten van het extra onderhoud (in euro's)?	

<i>Aantasting infrastructuur</i>	
Om wat voor infrastructuur gaat het?	
Is de infrastructuur verhard of onverhard (bijvoorbeeld zandpad, klinkers of asfalt)?	
Wat is de lengte van de aantasting?	
Wat is de breedte van de aantasting?	
Hoeveel m ³ grond is er nodig om de infrastructuur te herstellen?	
Is er extra onderhoud nodig?	
Kunt u een inschatting geven van de kosten van het extra onderhoud (in euro's)?	

<i>Aantasting waterkering</i>	
Hoeveel m ³ grond is er nodig om de waterkering te herstellen?	
Is er extra onderhoud nodig?	
Kunt u een inschatting geven van de kosten van het extra onderhoud (in euro's)?	

<i>Aantasting kunstwerk (zoals een duiker)</i>	
Wat is de lengte van de aantasting?	
Wat is de breedte van de aantasting?	
Hoeveel m ³ grond is er nodig om het kunstwerk te herstellen?	
Is er extra onderhoud nodig?	
Kunt u een inschatting geven van de kosten van het extra onderhoud (in euro's)?	

<i>Vraat/aantasting landbouwgewassen</i>	
Om welke gewassen gaat het? - maïs; - overige granen; - suikerbieten; - andere gewassen, namelijk	
Welke oppervlakte is door de aantasting niet meer oogstbaar (in m ²)?	

<i>Vraat/aantasting planten (natuur)</i>	
Om welke plant(en) gaat het? Bij meerdere planten: welk percentage van elke plant is er aangetast? Bijvoorbeeld: lisdodde 50%, riet 30% en bies 20% van het totaal aan plantenschade (samen 100%)	
Welke oppervlakte aan planten is aangetast (in m ²)?	
Wat is de totale oppervlakte aan planten (in m ²)?	
Is dit object door de aantasting kwetsbaarder voor afslag geworden?	

<i>Vraat/aantasting zoetwatermosselen</i>	
Hoeveel schelpen van zoetwatermosselen treft u in de bouw van de muskusrat aan?	

<i>Schade aan visfuiken</i>	
Hoeveel visfuiken zijn er beschadigd?	
Hoeveel kg vangst is er verloren gegaan (vangst per vergelijkbare, onaangetaste visfuike)?	
Om welke vissoort(en) gaat het?	

<i>Overige schade</i>	
Wat is de lengte van het object?	
Wat is de breedte van het object?	
Hoeveel m ³ grond is er nodig om het object te herstellen?	
Is er extra onderhoud nodig?	
Kunt u een inschatting geven van de kosten van het extra onderhoud (in euro's)?	
Overige opmerkingen over deze schade	

Aan de achterkant van dit formulier is nog ruimte voor (algemene) opmerkingen.

Bijlage 2. Begeleidingscommissie

<i>Leden begeleidingscommissie</i>	
L. Wijlaars	LCCM
J. Gerkes	TCM
H. Verlouw	Unie van Waterschappen
M. van Zuijlen	LTO Noord (Zuid-Holland)
R. van Apeldoorn	Extern deskundige (VVZ)
N. van Duyvenvoorde	Waterschap Reest en Wieden
<i>Agendaleden begeleidingscommissie</i>	
J. Gronouwe (tot 1 april 2007)	Landelijk coördinator muskusrattenbestrijding
M. van Willegen (vanaf 1 april 2007)	Landelijk coördinator muskusrattenbestrijding
F. Barends	Landelijk coördinator beverrattenbestrijding

<i>Deelnemers workshop 22 maart 2007</i>	
B. Rosenboom	Waterschap Reest en Wieden
L. Rozema	Waterschap Reest en Wieden
B. Flinkert	Waterschap Reest en Wieden
J. de Poorter	Waterschap Zeeuwse Eilanden
J. Vervaet	Waterschap Zeeuwse Eilanden
J. Udding	Waterschap Groot Salland
L.J. van Ree	Waterschap Rivierenland
A. Deelen	Provincie Zuid-Holland
J. van Haarlem	Provincie Zuid-Holland
J.C. Keustermans	Provincie Noord-Brabant
T. Smulders	Waterschap De Dommel
A.J. de Vries	Provincie Noord-Holland
R. Bier	Provincie Noord-Holland
R. Westerveld	Provincie Noord-Holland
J. Kruithof	Waterschap Noorderzijlvest
<i>Begeleidingscommissie</i>	
L. Wijlaars	LCCM
J. Gerkes	TCM

Bijlage 3. Overzichtstabel uurhokken, effecten en kenmerken

Locatie uurhokken			Effect in m ³ per uurhok				Specifieke kenmerken van de uurhokken				
uurhok-nummer	proefgebied	provincie	stagnatie waterafvoer	aantasting oever	aantasting infrastructuur	gemiddelde vangsten per uur 2003-2006 a)	aantal km watergang a)	% zand b)	% klei b)	% veen b)	% water & bebouwing b) e)
03-54	Noord-Groningen	GR	-	18	18	0,80	272,24	1	98	0	2
07-14	Noord-Groningen	GR	-	130	-	1,16	347,85	0	100	0	0
14-25	Wieringermeer	NH	-	1	-	0,15	191,59	17	62	0	20
14-26	Wieringermeer	NH	2	1	-	0,30	207,90	23	76	0	0
14-47	Wieringermeer	NH	5	4	-	0,19	207,86	3	97	0	0
15-48	Noordoostpolder	FL	-	41	-	0,95	165,12	11	67	22	0
16-57	Oude Vaart	DR	6	25	14	0,87	455,36	66	0	35	0
21-16	Olde Maten	OV	5	5	-	0,98	449,19	16	0	60	25
21-25	Olde Maten	OV	292	292	-	1,04	486,33	0	9	86	6
21-26	Olde Maten	OV	4	4	-	0,75	600,07	36	0	64	0
25-17	Waterland	NH	-	-	-	0,07	210,38	0	15	37	50
25-26	Waterland	NH	-	-	-	0,05	510,86	0	4	94	2
38-35	Langerak	ZH	-	291	-	1,12	690,03	0	40	61	0
46-34	Noord-Limburg	LI	-	-	-	1,39	55,48	24	48	11	6
54-17	Zeeuws-Vlaanderen	ZE	1	1	-	0,55	106,74	0	98	0	0
57-14	Dommel	NB	2	4	-	0,19	175,71	85	0	3	12
			317 c)	1456 c)	32 c)	0,33 d)	212,57 d)	35 d)	30 d)	12 d)	23 d)

a) Bron: LCCM; b) Bron:grondsoortenkaart BORIS, bewerking door het LEI; c) Totaal effect in de proefgebieden; d) Gemiddelde voor Nederland op basis van genoemde bronnen; e) Door afronding tellen weergegeven percentages niet exact op tot 100%.